Aus dem Hygienischen Institut der Universität Breslau
(Stellvertr. Direktor: Professor Dr. H. Lubinski)

Sterilisierung mittels erhitzten Paraffinum liquidum

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde

der

Hohen Medizinischen Fakultät der Schlesischen
Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

vorgelegt von

Heinz Neumann
Zahnarzt.

Breslau 1930
Druck von Otto Gutsmann, Breslau, Schuhbrücke 32.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Breslau.

1. Berichterstatter: Professor Dr. Lubinski.
2. Berichterstatter: Professor Dr. Riesser.

Die restlose Vernichtung aller bakteriellen Keime an dem für Operationen verwendeten Material und Instrumentarium ist unbedingte Voraussetzung für die Durchführung chirurgischer Eingriffe. Um sie zu erreichen, stehen uns verschiedene Wege zur Verfügung. Welchen wir auch wählen mögen, immer müssen wir verlangen, daß außer der Abtötung aller Keime das Sterilisationsgut keinen Schaden erleidet. Bevorzugen werden wir dasjenige Verfahren, das außerdem noch den Vorteil der größeren Billigkeit hat.

Zwei Arten der Sterilisierung müssen wir in der Hauptsache unterscheiden: die chemische und die physikalische. Erstere spielt bei der chirurgischen Sterilisation nur eine sehr untergeordnete Rolle; ihr Hauptgebiet ist die Keimfreimachung und Keimfreihaltung von Lösungen und weiter das Gebiet der Desinfektion. Von den physikalischen Methoden kommt für chirurgische Zwecke in erster Reihe die Anwendung von Wärme in Frage. Zwar besitzt auch das Licht, insbesondere das direkte Sonnenlicht, und auch das kurzwellige Ultraviolett der Quecksilber-Quarzlampe eine keimtötende Wirkung, jedoch ist diese sehr beschränkt und auch nicht zuverlässig genug. So kommt praktisch für die Sterilisierung der Instrumente nur Erhitzung auf bakterientötende Temperaturen in Frage.

Diese Erhitzung kann nun auf verschiedene Weise vorgenommen werden: durch Wärme in trockenem Zustande als erhitzte Luft oder in feuchtem Zustande als kochendes Wasser oder Wasserdampf. Letzterer ist erfahrungsgemäß besser als die trockene Wärme, aber nicht immer anwendbar.

Was die bakterienschädigende Wirkung der Temperaturen unter 160° C. angeht, so ist sie nicht als Verbrennung, sondern als chemische Wasserwirkung, in der Hauptsache als eine hydrolytische Aufspaltung anzusehen, die mit steigender Temperatur durch die zunehmende elektrolytische Dissoziation des Wassers beschleunigt wird. Enthält aber die lebende Substanz kein Wasser, wie z. B. das Sporeneiweiß, so verzögert sich damit naturgemäß der Zerstörungsvorgang, und die Einwirkungszeit muß daher verlängert werden.

Am einfachsten gestaltet sich die Sterilisation dort, wo die Objekte eine starke Erhitzung in der Flamme „das Ausglühen" vertragen. (Platin-Iridium-Ösen und -Instrumente.) Die meisten Gegenstände aber halten das Ausglühen nicht aus und werden, sofern sie feuchte Wärme nicht vertragen, durch trockene Hitze ohne direkte Berührung mit der Flamme, durch Heißluft, sterilisiert. Diese Sterilisation wirkt bei Sporen nur langsam und erfordert Temperaturen über 140° C.

Am häufigsten wird im chirurgischen Sterilisations-Betrieb das Auskochen und die Erhitzung im Wasserdampf angewandt. Die beim Kochen erreichbare Temperatur von 100° C., die durch Soda-Zusatz noch etwas erhöht werden kann, ist, sofern es sich um auskochbare Gegenstände handelt und genügend Zeit zur Verfügung steht, das Mittel der Wahl bei der Sterilisation der Instrumente.

Will man noch höhere Temperaturen erreichen oder ist das zu sterilisierende Material für das Einbringen in Wasser nicht geeignet, so kommt die Anwendung von Dampf in Frage und zwar in Form des strömenden oder des gespannten Dampfes. Hierbei ist es von wesentlicher Bedeutung, daß der Dampf gesättigt ist. Je weniger gesättigt, d. h. je trockener er ist, umsomehr nähert sich seine Desinfektionskraft der der trockenen Luft. Daher ist der sogenannte überhitzte Dampf für die Zwecke der Sterilisation wenig geeignet.

Kochendes Wasser aber und noch mehr Wasserdampf haben den Nachteil, daß ihre Anwendung längere Zeit in Anspruch nimmt. Wenn es gilt, schnell binnen wenigen Minuten einen Gegenstand zu sterilisieren, versagen sie. Für diesen Zweck hat man andere Flüssigkeiten herangezogen, deren weit über 100° C. liegende Siedepunkte eine schnellere bakterientötende Wirkung erzielen. Allerdings ist ihr Anwendungsgebiet beschränkt.

Verschiedene Fette und Öle und auch leicht flüssige Metalle hat man auf ihre Verwendbarkeit für Sterilisierungs-Zwecke geprüft. Als erster hat Conradi Jaffa-Sesamöl bei einer Temperatur von 180—200° C. zur Sterilisierung von Instrumenten verwendet. Er hält es für das sicherste Schnellsterilisationsmittel zur Erzielung absoluter Keimfreiheit.

Andresen und Kieffer untersuchten die Eignung des Paraffinum liquidum. Sie konnten aber bei einer Temperatur von 130° und einer Einwirkungsdauer von 20 Minuten und bei einer Temperatur von 150° und einer Einwirkungsdauer von 10 Minuten noch keine restlose Abtötung des allerdings sehr resistenten Materials (8 Tage alte Milzbrand- und Subtilissporen) erreichen. Dasselbe Mittel prüfte auch Dirska und zwar an einem Stamm von B. mesentericus fuscus. Erst nach 10 Minuten langer Einwirkung des auf 180° C. erhitzten Paraffins blieb das Wachstum aus. Ebenso wie Kieffer fand er eine bessere keimtötende Wirkung, wenn man nicht reines Paraffin, sondern ein Gemisch von Paraffin mit Thymol oder Formalin oder Sagrotan verwendet.

Seiffert und Spiegel verglichen die Wirkung von Glyzerin und Paraffinöl bei 120° C: Staphylococcen waren im Glyzerin nach 10 Sekunden, im Paraffin erst nach 30 Sekunden abgetötet und der B. anthracis sogar erst nach einer Minute.

Endlich wären noch die Versuche von Bartlett und Kinne zu erwähnen, die mit Staphylococcen,

Subtilis- und Milzbrand-Bazillen vergleichende Versuche über die keimtötende Kraft des erhitzten Glyzerins, des Oliven-, Baumwoll-Öls und des Paraffins bei 7,5 und 15 Atm. Druck vornahmen.

In der Praxis beschränkt sich die Verwendung erhitzter Öle zurzeit wohl fast ausschließlich auf die Sterilisation von Spritzen, bei denen es am häufigsten erforderlich wird, rasch eine Sterilisierung vorzunehmen. Es erschien mir wünschenswert, die Verwendung für zahnärztliche Instrumente zu erproben, und zwar insbesondere, ob es möglich ist, die in der zahnärztlichen Praxis dauernd im Gebrauch befindlichen Bohrer durch eine kurze Erhitzung im Paraffin keimfrei zu machen.

Daneben aber wollte ich einmal durch große Reihenuntersuchungen die Wirkung des erhitzten Paraffinum liquidum auf verschiedene Bakterienarten genauer verfolgen.

Eigene Versuche.

Über die von mir angewendete Technik möchte ich kurz folgendes berichten:

Technik.

Das Paraffinum liquidum wurde in einem kleinen runden Kupfergefäß durch einen darunter befindlichen Bunsenbrenner erhitzt. Das Gefäß hatte zwei Öffnungen, eine kleine für das Thermometer und eine zweite größere, die durch einen verschiebbaren Deckel verschlossen werden konnte, für die Einführung der Instrumente. Das Thermometer wurde nur bis in die Mitte der Flüssigkeit eingeführt; sorgfältig wurde darauf geachtet, daß es nicht auf den Boden des Gefäßes aufstieß. Durch ständige Beobachtung des Thermometers habe ich mich bemüht, eine möglichst konstante Temperatur zu halten, was durch Regulierung der Flamme auch mit ausreichender Genauigkeit geschehen konnte. Schwankungen von 1 bis 2° waren allerdings bei den länger dauernden Versuchen nicht zu vermeiden.

Geprüft wurden die Temperaturgrade zwischen 100 und 150° bei einer Einwirkungsdauer bis höchstens 15 Minuten; auf eine längere Einwirkung habe ich verzichtet, da dann nicht mehr gut von einer schnell wirkenden Sterilisation gesprochen werden kann.

Als Testverwandte ich Staphylococcen und Diphtheriebazillen, die bei der zahnärztlichen Praxis unbestreitbar eine Rolle spielen. Um aber die Wirkung der Sterilisation auch auf die am schwersten zu vernichtenden Keime zu erproben, wurden außerdem noch Sporen des Kartoffelbazillus, Tetanussporen und Milzbrandsporen verwendet. Die Sporen sind ja bekanntlich allen Schädigungen gegenüber das Widerstandsfähigste, das wir überhaupt kennen. Werden sie abgetötet, so kann man mit Sicherheit annehmen, daß auch alle anderen pathogenen Keime durch die gleiche Einwirkung vernichtet werden.

Ich bediente mich, um zugleich mit der Wirkung des Paraffins auch die Möglichkeit der Sterilisierung der in der zahnärztlichen Praxis gebräuchlichen Bohrer zu erproben, der sogenannten Keimträgermethode, und zwar habe ich Zahnbohrer der verschiedensten Art: Rosen-, Rad- oder Fissurenbohrer, benutzt. Die Zahnbohrer wurden vor jedem Versuch trocken sterilisiert, damit ich sicher war, daß keine anderen Keime als nur die jeweils zu prüfenden Bakterien an ihnen hafteten.

Die mit den Bakterien beimpften Bohrer wurden mit einer sterilen Klemmpinzette in toto in das bereits vorher auf die bestimmte Temperatur gebrachte Paraffin eingetaucht, so daß sie vollkommen von ihm bedeckt waren, obgleich nur die Bohrerspitze infiziert war. Nach der jeweiligen Einwirkungsdauer wurden die Bohrer sofort in ein Röhrchen mit Nährbouillon gebracht, das sieben bis acht Tage lang im Brutschrank bei 37° C aufbewahrt wurde. Nach diesem Zeitpunkt wurden die durch Trübung Wachstum anzeigenden Röhrchen auf festen Nährboden ausgestrichen, um die angegangene

Kultur zu identifizieren. Da ich die Prüfung auf Sterilität in einem flüssigen Nährboden vorgenommen habe, mußte ich darauf verzichten, eine eventuelle Teilwirkung festzustellen, da eine Keimverminderung natürlich nicht zu erkennen war. Dies ist ja auch von geringerer Bedeutung, da es für die Praxis darauf ankommt, denjenigen Moment festzustellen, bei dem eine vollständige Vernichtung der eingebrachten Keime regelmäßig und sicher erfolgt.

Als Kontrolle für die Wachstumsfähigkeit der verwendeten Kulturen und für die Brauchbarkeit der angewendeten Nährböden wurde von jeder Versuchsserie ein beimpfter Bohrer für 2—3 Minuten in kaltes Paraffin eingetaucht und dann in derselben Weise auf Nährbouillon übertragen und weiterbehandelt, wie ich es oben beschrieben habe. Um die individuellen Verschiedenheiten der einzelnen Stämme zu berücksichtigen, wurden von jeder Bakterienart 3—4 Stämme untersucht, und um Zufälligkeiten auszuschalten, der Versuch mit jedem einzelnen Stamm dreimal wiederholt.

Ich komme nun zu der Schilderung der einzelnen Versuche und beginne mit dem sporenfreien Material. Die Infektion der Bohrer nahm ich in der Weise vor, daß ich von einer 24 Stunden alten Reinkultur der Bakterienart auf festem Nährboden mittels einer Platinöse reichlich Material entnahm und auf die Spitze des Bohrers übertrug.

Versuche mit Diphterie-Bazillen.

Als erstes möchte ich meine Versuche mit Diphtheriebazillen darstellen. Ihre Züchtung erfolgte auf Löffler-Serum. Verwendet wurden Stämme, die im Hygienischen Institut gerade in diesen Tagen frisch aus Rachenabstrichen gewonnen worden waren. Unmittelbar nach der Infizierung wurden die Bohrer an den nicht infizierten Teilen mit der in der Flamme sterilisierten Klemmpinzette erfaßt und in das heiße Paraffin versenkt. War

die bestimmte Zeit verstrichen, so kamen die Bohrer in ein Röhrchen mit Nährbouillon, die 6 Tage bebrütet wurde; sofern durch Trübung Bakterienwachstum zu erkennen war, erfolgte Überimpfung auf Serumplatten; die dort angegangenen Kolonien wurden in der üblichen Weise durch Färbung nach Neißer identifiziert. Eine weitere Prüfung durch Tierversuch oder auf Zucker-Vergärungs-Vermögen unterblieb als überflüssig. Das Ergebnis der Versuche geht aus der Tabelle 1 hervor.

Tabelle 1[1])[2]).

Wirkung auf Diphtherie-Bazillen.

Temperatur:					
100°	110°	120°	130°	140°	Dauer der Einwirkung in Sekunden.
20 +++	8 +++	5 +++	1 +++	½ +++	
+++	+++	+++	+++	+++	
+++	+++	+++	+++	+++	
25 +++	10 +++	8 +++	2 +++	1 +++	
+++	+++	+−−	+++	+−−	
++−	++−	+−−	+++	+−−	
30 +−−	13 +−−	10 −−−	3 +−−	2 −−−	
++−	+−−	−−−	+−−	−−−	
+−−	++−	−−−	−−−	−−−	
35 −−−	15 −−−	13 −−−	4 −−−	3 −−−	
−−−	−−−	−−−	−−−	−−−	
−−−	−−−	−−−	−−−	−−−	
40 −−−	18 −−−		5 −−−		
−−−	−−−		−−−		
−−−	−−−		−−−		
Kontrolle:	+++++				
	+++++				
	+++++				

[1]) Es bedeutet: + Wachstum; − Sterilität. Jede Reihe stellt die Versuche mit einem Stamm dar. Es bedeutet also

100°
20 Sek. +++
+++
+++: bei einer Temperatur von 100° und einer Einwirkungszeit von 20 Sekunden haben alle 9 Versuche, die mit 3 verschiedenen Stämmen ausgeführt worden sind, Wachstum ergeben.

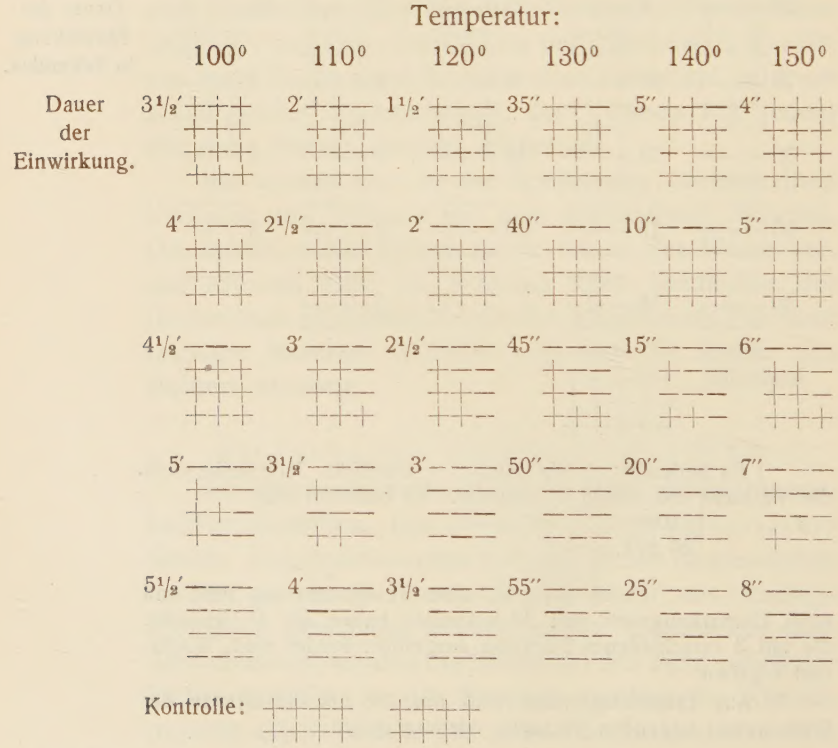
[2]) Aus Ersparnisgründen sind nur die um die Grenze der Wirksamkeit liegenden Versuche wiedergegeben.

Wir sehen, daß, wie zu erwarten stand, mit steigender Temperatur die zur Abtötung notwendige Zeit sich verkürzt. Weiter ist deutlich zu erkennen, wie sich an der Wirksamkeitsgrenze die individuellen Verschiedenheiten bemerkbar machen. Als zuverlässig kann man das Ergebnis wohl erst ansehen, wenn sämtliche Versuche einheitlich ausgefallen sind. Eine sichere Abtötung wird demnach erzielt:

bei	100°	110°	120°	130°	140°
in Sek.	35	15	10	4	2

Tabelle 2.

Wirkung auf Staphylococcen in Reinkultur.



Die Wirksamkeitsgrenze liegt demnach für

Temperatur:	100°	110°	120°	130°	140°	150°
bei	5½′	4′	3′	50″	20″	8″

Zu beachten ist die Tatsache, daß sich die frisch herausgezüchteten Stämme (2., 3. und 4. Reihe) viel resistenter verhielten, als der Sammlungsstamm (1. Reihe).

Versuche mit Staphylococcen.

Für den zweiten Versuch wurden Staphylococcen verwendet, die häufigsten Erreger von Eiterungen. Ich benutzte außer einem alten, schon lange im Laboratorium fortgezüchteten Stamm drei frisch aus eitrigen Prozessen gewonnene. Die Züchtung erfolgte auf 2½% Agar, die Prüfung auf Sterilität in Traubenzuckerbouillon. Das Ergebnis findet sich in Tabelle 2.

Versuche mit Staphylococcen-Eiter:

Da es aber in der Praxis nicht vorkommt, daß die Bakterien in Reinkultur am Material haften, sondern, da sie meist in Eiter eingehüllt sind, der sie gegen schädigende Wirkungen schützt, so erschien es mir notwendig, die Versuchsanordnung diesem Umstande anzupassen. Die durch Desinfektionsmittel hervorgerufene Gerinnung der Eiweißhülle der Bakterien verhindert nämlich bei zeitlich zu geringer Einwirkung des Desinfektionsmittels die Abtötung. Ich benutzte für diese Versuche drei verschiedene mir zur Verfügung stehende Abszeßeiter, die reichlich Staphylococcen enthielten, zur Infektion der Bohrer, und zwar habe ich den Eiter einmal in frischem, noch feuchtem Zustande der Wirkung des Paraffins ausgesetzt, das andere Mal erst, nachdem er am Bohrer durch Stehen an der Luft einer Trocknung ausgesetzt war. Die Untersuchung der Bohrer nach der Sterilisierung und die Identifizierung der angegangenen Kulturen erfolgte in der gleichen Weise wie bei den Versuchen mit Reinkulturen. Das Ergebnis ist in den Tabellen 3 und 4 dargestellt.

Tabelle 3.

Wirkung auf angetrockneten Eiter.

Dauer der Einwirkung.	Temperatur: 100°	110°	120°	130°	140°	150°
	5′	3½′	2½′	50″	15″	8″
	5½′	4′	3′	55′	20″	9″
	6′	4½′	3½′	1′	25″	10″

Kontrolle:

Tabelle 4.

Wirkung auf feuchten Eiter.

6′	4½′	3′	55″	20″	9″	
6½′	5′	3½′	1′	25″	10″	
7′	5½′	4′	1′5″	30″	11″	
7½′	6′	4½′	1′10″	35″	12″	

Kontrolle:

Die Abtötungszeiten sind demnach für den angetrockneten Eiter

bei	100°	110°	120°	130°	140°	150°
	6′	4½′	3½′	1′	25″	10″

und für frischen Eiter,

bei	7½′	6′	4½′	1′10″	35″	12″

Es zeigt sich demnach, daß für die Abtötung der im Eiter befindlichen Bakterien eine stärkere Wirkung erforderlich ist als für die Reinkulturen. Vergleicht man ferner die beiden Tabellen 3 und 4 miteinander, so ist deutlich zu erkennen, daß bei dem vorher getrockneten Material die Abtötung schneller erfolgt. Dies ist darauf zurückzuführen, daß bereits durch den Trocknungsprozeß ein Teil der Bakterien abgetötet wird; außerdem aber ist daran zu denken, daß bei dem noch feuchten Eiter sich durch die plötzliche Erwärmung eine Dampfhülle bildet, die einen verzögernden Einfluß auf die Sterilisierung ausübt.

Sporenhaltiges Material.

Bei der Prüfung von sporenhaltigem Material verwendete ich die Testkeime nur in angetrocknetem Zustande, da ja Sporen durch die Trocknung keinen Schaden erleiden. Die infizierten Bohrer blieben bei Zimmertemperatur vor Licht geschützt 20 bis 25 Stunden stehen.

Versuche mit Kartoffelsporen.

Zunächst untersuchte ich die besonders resistenten Sporen des B. mesentericus. Von den auf 2½ % Schrägagar fünf Tage lang bebrüteten Kulturen stellte ich mir, nachdem ich mich von dem Vorhandensein zahlreicher Sporen überzeugt hatte, eine dichte Aufschwemmung in physiologischer Kochsalzlösung her, tauchte die Bohrerspitze ein und ließ dann, wie oben angegeben, die Keime antrocknen. Die Prüfung auf Sterilität erfolgte in gewöhnlicher Nährbouillon. Die Beobachtungsdauer im Brutraum betrug acht Tage, dann wurden aus den getrübten Röhrchen je drei Ösen entnommen und zur Identifizierung auf Agar gebracht, der 48 Stunden bebrütet wurde. Aus Tabelle 5 sind die Abtötungszeiten ersichtlich.

Tabelle 5.

Wirkung auf Sporen des B. mesentericus.

Dauer der Einwirkung.	Temperatur: 140°	150°
	10′ + + +	4′ + + +
	+ + +	+ + +
	− − −	− − +
	11′ + + −	4½′ + + −
	+ − −	+ + +
	+ + +	+ + +
	12′ − − −	5′ + − −
	− − −	− − −
	+ + +	+ + −
	13′ − − −	5½′ − − −
	− − −	− −
	+ − −	+ − −
	14′ − − −	6′ − − −
	− − −	− − −
	− − −	+ − −
	15′ − − −	6½′ − − −
	− − −	− − −
	+ + +	+ + −
		7′ − − −
		− − −
		− −
		7½′ − − −
		− − −
		− − −
Kontrolle:	+ + + +	
	+ + + +	
	− − + +	

Auffällig ist hier die Resistenz des dritten Stammes. Während die beiden anderen bei 150° nach 5½ Min. und bei 140° nach 12 Min. abgetötet waren, hielt der dritte Stamm 150° bis 7 Min. aus und war durch 140° selbst nach 15 Min. noch nicht abgetötet. Eine von anderer Seite zu gleicher Zeit im Institut vorgenommene Prüfung der Dampfresistenz dieses Stammes ergab eine solche von über einer Stunde.

Versuche mit Milzbrandsporen.

Weiter prüfte ich Milzbrandsporen. Ihre Gewinnung erfolgt in 1 % Traubenzuckerbouillon, die nach achttägiger Bebrütung massenhaft Sporen enthielt. Der

Bohrerkopf wurde in diese sporenhaltige Bouillon eingetaucht, ein Vorgang, der nach zweistündigem Antrocknen noch einmal wiederholt wurde, um möglichst viel Sporen am Bohrer zum Haften zu bringen. Zur Prüfung auf Sterilität wurden die Bohrer in 1 % Traubenzuckerbouillon gebracht, die acht Tage bebrütet wurde; die Identifizierung der nicht sterilen Kulturen erfolgte in hängenden Tropfen und durch Anlegen von Plattenkulturen. Das Ergebnis bringt die Tabelle 6.

Tabelle 6.

Wirkung auf Sporen der Milzbrandbazillen.

Dauer der Einwirkung.	Temperatur: 130°	140°	150°
30″			+ + +
45″			+ + +
1′			+ + +
1¼′			+ − −
1½′			+ − −
1¾′			+ − −
2′			− − −
3′		+ + +	+ + +
3½′		+ + +	+ + +
4′		+ + +	+ + −
4½′		+ − −	+ + +
5′		+ + −	+ − −
5½′		− − −	− − −
6′	+ + −	+ + +	+ + +
7′	+ + −	+ + +	+ − −
8′	− − −	+ + +	+ + +
9′	− − −	+ − −	− − −
10′	− − −	− − −	− − −
Kontrolle:	+ + + + +		
	+ + + + +		
	+ + + + +		

Wir finden also für Milzbrandbazillen folgende Abtötungszeiten

bei	130°	140°	150°
	10 Min.	5½ Min.	2 Min.

Versuche mit Tetanussporen.

Endlich prüfte ich noch Tetanussporen. Ihre Gewinnung erfolgte in Tarozzi-Bouillon; nach zehntägiger Bebrütung waren mikroskopisch massenhaft Sporen nachzuweisen. Die Infektion der Bohrer erfolgte in der gleichen Weise wie beim Milzbrand. Zur Prüfung auf Sterilität kamen die Bohrer nach der Sterilisierung in Nährbouillon, die unter anaeroben Bedingungen im Mc.-Intosh-Apparat sieben Tage lang bei 37° gehalten wurde. Nach dieser Zeit wurde jedes einzelne Röhrchen auf das Vorhandensein von Tetanusbazillen untersucht. Das in Tabelle 7 angezeigte Ergebnis erweist eine Abtötungsdauer

bei	130°	140°	150°
von	14 Min.	7½ Min.	1¾ Min.

Tabelle 7.

Wirkung auf Sporen des Tetanusbazillus.

Dauer der Einwirkung.	Temperatur: 130°	140°	150°
	12′ + + + / + + + / + + +	5½′ + + + / + + + / + + +	1′ + + + / + + + / + + +
	13′ — — — / — — — / + — —	6′ + + + / — — — / + — —	1¼′ + + — / — — — / + + +
	14′ — — — / — — — / — — —	6½′ — — — / — — — / — — —	1½′ — — — / — — — / — — —
		7′ — — — / — — — / — — —	1¾′ — — — / — — — / — — —
		7½′ — — — / — — — / — — —	
Kontrolle:	+ + + + / + + + + / + + + +		

Fasse ich die Resultate meiner Versuche zusammen, so ergeben sich für die einzelnen Bakterienarten und

die Temperaturen zwischen 100° und 150° C. die in der Tabelle 8 angegebenen Mindestzeiten, wobei als Mindestzeiten diejenigen angesehen wurden, bei denen alle 9 Versuche vollkommene Sterilität ergaben. Eine für eine Schnelldesinfektion praktisch brauchbare Zeit ist, wie sich aus der Tabelle ergibt, für nicht sporenbildende Bakterien erst bei 120° zu erreichen. Da wir, um sicher zu gehen, die ungünstigsten Verhältnisse annehmen müssen, kommen nur die Zeiten, die bei den Versuchen mit feuchtem Eiter erzielt worden sind, für die praktische Anwendung in Frage. Es ist also zu fordern, daß bei einer Temperatur von 120° die Einwirkungsdauer mindestens 5 Minuten, besser noch 7—10 Minuten beträgt. Verwendet man höhere Temperaturen, so kann die Einwirkungszeit beträchtlich verkürzt werden: bei 130° auf 2—3 Minuten. Höhere Temperaturen als 130° haben den Nachteil, daß sich aus dem Paraffin unangenehm riechende Dämpfe entwickeln.

Tabelle 8.

Abtötungszeiten.

bei	100°	110°	120°	130°	140°	150°
für Kartoffelsporen						7½′
Milzbrandsporen				10′	5½′	2′
Tetanussporen				14′	7½′	1¾′
Diphtheriebaz.	35″	15″	10″	4″	2″	
Staphylococcen	5½′	4′	3′	50″	20″	8″
Staph. Eiter trocken	6′	4½′	3½′	1′	25″	10″
„ „ feucht	7½′	6′	4½′	1′10″	35″	12″

Um auf Sporen zu wirken, bedarf es natürlich noch höherer Temperaturen und längerer Einwirkungszeiten. Eine Wirkung auf die pathogenen Milzbrand- und Tetanussporen ist erst bei 150° in 2 Minuten zu erzielen. 140° brauchen 5—7 Minuten und 130° 10 Minuten bzw. 14 Minuten. Praktisch aber dürfte die Abtötung von Sporen nur eine sehr geringe Rolle spielen,

da sowohl mit Milzbrand- wie mit Tetanusbazillen in der zahnärztlichen Tätigkeit kaum zu rechnen ist.

Versuche der Spritzendesinfektion.

Außer diesen Versuchen habe ich weitere angestellt, um die Verwendbarkeit des heißen Paraffins für die Sterilisierung von Injektionsspritzen zu prüfen. Ich verwendete die bekannten Rekordspritzen von 1 und 2 ccm Fassungsvermögen und ging dabei in folgender Weise vor:

Eine Aufschwemmung frisch herausgezüchteter Staphylococcen in physiologischer Kochsalzlösung wurde in die Spritze gezogen und kurze Zeit darin belassen. Nachdem sie wieder entfernt war, wurde an ihre Stelle das erhitzte Paraffin eingefüllt, wobei sorgfältig darauf geachtet wurde, daß das ganze Volumen der Spritze mit dem Paraffin gefüllt war. Ich habe nun in einer ersten Versuchsreihe die mit dem auf verschiedene Temperaturen erhitzten Paraffin gefüllten Spritzen verschiedene Zeit stehen lassen, wobei ich darauf achtete, daß die Kanüle ständig von dem heißen Paraffin um-

Tabelle 9.

Einmalige Füllung der Spritze mit Paraffin.

Dauer der Einwirkung.	Temperatur: 130°	140°	145°	150°
45″	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
1′	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
1′15″	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
1′30″	+ + +			

geben war. Nach der bestimmten Zeit wurden die Spritzen entleert und dreimal Bouillon hochgezogen, die jedesmal in ein steriles Reagenzglas entleert wurde, das in den Brutschrank kam. Tabelle 9 zeigt die hierbei erzielten Ergebnisse, die absolut zuverlässige Resultate erst bei einer Temperatur von 145° und 30 Sekunden langer Einwirkung zeigten.

Nun ist aber hierbei zu bedenken, daß das Paraffin, nachdem es hochgezogen und mit dem kalten Stempel und der Glaswand in Berührung gekommen ist, einer schnell fortschreitenden Abkühlung unterliegt. Das kann man bis zu einem gewissen Grade vermeiden, wenn man sich nicht mit einem einmaligen Aufziehen des heißen Paraffins begnügt, sondern mehrmals hintereinander die Flüssigkeit hochzieht und wieder ausspritzt; ich habe dabei in dem vorliegenden Versuch die Zeit zwischen den einzelnen Füllungen und Leerungen auf ein Minimum reduziert. Das Ergebnis dieser Versuche, das sich in Tabelle 10 findet, ist als viel besser zu bezeichnen. Bei 140° ist bereits durch viermaliges Hochziehen und Wiederentleeren eine völlige Abtötung der Staphylococcen zu erzielen, während bei 130° hierzu allerdings eine achtmalige Füllung notwendig war.

Tabelle 10.

Mehrmalige Füllung der Spritze mit Paraffin.

Zahl der Füllungen.	Temperatur: 130°	140°	145°	150°
4	+ + − − / + + + + / + + − −	2 + + + − / + + + + / + − − −	3 + − − − / + − − − / − − − −	3 + − − − / − − − − / + − − −
6	− − − − / − − − − / + − − −	3 − − − − / − − − − / + − − −	4 − − − − / − − − − / − − − −	4 − − − − / − − − − / − − − −
8	− − − − / − − − − / − − − −	4 − − − − / − − − − / − − − −		

Dieses günstige Resultat aber war bei einer schärferen Prüfungsart nicht ganz aufrecht zu erhalten. Da ich befürchtete, daß bei der kurzen Zeit, die die Nährbouillon mit dem Innern der Spritze in Kontakt blieb, einzelne Keime nicht erfaßt werden würden, habe ich in einer dritten Versuchsserie die mit Bouillon gefüllte Spritze, nachdem die Kanüle mit steriler Pinzette abgehoben und die Öffnung der Spritze mit Siegellack verschlossen war, in den Brutschrank gestellt. Dabei zeigte es sich, daß bei einer Temperatur von 130° eine neunmalige Füllung, bei einer Temperatur von 140° eine sechsmalige Füllung, bei einer Temperatur von 145° eine fünfmalige Füllung und bei einer Temperatur von 150° eine viermalige Füllung mit Paraffin notwendig ist, um zuverlässige Ergebnisse zu erzielen.

Es soll nicht verschwiegen werden, daß die Temperaturen von 140° an aufwärts unangenehme Nebenwirkungen aufweisen. So kam es durch die infolge der Erwärmung verschieden schnelle Ausdehnung des metallischen Stempels und der Glaswand häufig dazu, daß bei den mehrmaligen Füllungen der Stempel nur sehr schwer oder gar nicht zu bewegen war; es bedurfte längerer Zeit zur Abkühlung, ehe man weiter arbeiten konnte. Bei 150° hat sich auch einige Male der Metallansatz am unteren Ende der Spritze vom Glaszylinder losgelöst.

Auf Grund meiner Beobachtung glaube ich für die Praxis keine höhere Temperatur als 130° für die Sterilisierung der Injektions-Spritzen vorschlagen zu dürfen. Bei dieser Temperatur ist eine neunmalige Füllung der Spritze mit Paraffin notwendig. Dabei kann man, wie ich glaube, sicher sein, daß natürlich mit Ausnahme von sporenhaltigem Material alle Keime abgetötet sind, da wohl von den sporenfreien Bakterien die Staphylococcen, mit denen ich diese Versuche gemacht habe, als eine der widerstandsfähigsten Bakterien-Arten anzusehen sind.

Ich möchte nun die mich als Zahnarzt natürlich besonders interessierende Frage erörtern, inwieweit das erhitzte Paraffin in der zahnärztlichen Praxis verwendet werden kann. Ist doch gerade für den Zahnarzt bei seinem großen Bedarf an Instrumenten die Möglichkeit, schnell sterilisieren zu können, von großer Bedeutung.

Daß eine Desinfektion des zahnärztlichen Instrumentariums nötig ist, steht außer jeder Frage. Die Mundhöhle enthält ja bekanntlich eine sehr große Anzahl von Bakterien, und wenn auch die meisten apathogen oder nur fakultativ pathogen sind, so ist doch immer mit der Möglickheit der Anwesenheit pathogener Keime zu rechnen, ganz davon zu schweigen, daß nach unserer heutigen Anschauung auch jeder apathogene Keim unter besonderen Bedingungen sich im Organismus zu einem pathogenen umwandeln kann. Welche Keime in der Mundhöhle unserer Patienten vorhanden sind, wissen wir nicht, und auch ein äußerlich gesund erscheinender Mensch kann als Bazillenträger Quelle einer Infektion werden.

Das Arbeitsfeld des Zahnarztes vor jedem Eingriff aseptisch zu machen, ist ein von vornherein zum Scheitern verurteilter Versuch, eine Tatsache, die uns um so mehr dazu nötigt, unsere Instrumente vor jedem Eingriff aseptisch zu machen.

Der Einwand, daß es einer Sterilisierung unseres Instrumentariums nicht bedarf, da es sich größtenteils nicht um blutige Operationen handelt, erscheint mir nicht stichhaltig; denn jede unblutige Operation kann sich im Augenblick in eine blutige verwandeln. Es genügt das Abrutschen des Bohrers, das Picken mit der Sonde u. ä., um unter Umständen eine Infektion hervorzurufen.

Abgesehen aber von einer Gefährdung des Patienten halte ich es für eine Pflicht der Sauberkeit, nur mit sterilen Instrumenten zu arbeiten. Ebenso wie wir auf peinliche Sauberkeit unserer Eß- und Trinkgeschirre

sehen, können unsere Patienten verlangen, daß wir ihnen keine Instrumente in den Mund führen, die noch mit irgendwelchen Resten aus der Mundhöhle eines anderen beschmutzt sind.

Für welche Instrumente kommt nun die Anwendung des erhitzten Paraffins in Frage? Was die Sterilisierung der zu chirurgischen Eingriffen benötigten Instrumente angeht, so bleibt selbstverständlich das volle Sicherheit gewährende Auskochen in Wasser mit Sodazusatz das Verfahren der Wahl. Anders aber liegen die Verhältnisse bei den zahlreichen kleinen für die konservative Behandlung benötigten Instrumenten, die immer wieder auszukochen für den praktischen Zahnarzt sehr viel Zeit in Anspruch nimmt. Das Einlegen in desinfizierende Lösungen befriedigt nicht vollkommen, denn in der Konzentration, in der sie das Instrumentarium nicht schädigen, bedürfen sie einer relativ langen Einwirkungszeit. Hier wäre ein brauchbares Schnellverfahren sehr erwünscht. Für eine Reihe von Instrumenten wie Nervnadeln, Millernadeln, Rattenschwanzfeilen hat sich das Verfahren nach Flaherty bewährt, das darin besteht, daß ein Gemisch von einem Teil Blei und zwei Teilen Zinn auf eine Temperatur von 300° bis 350° erhitzt wird, bei der ein kurzes Eintauchen genügt, um nicht sporenbildende Bakterien binnen wenigen Sekunden abzutöten. Die Sterilisierung der Bohrer kann leider auf diesem Wege nicht erfolgen. Sie ist auch mit erhitztem Paraffin nicht möglich, da die Bohrer dadurch zu schnell abgestumpft werden.

Schwierigkeiten bietet zurzeit noch die Sterilisierung der Hand- und Winkelstücke; wir können sie weder durch kochendes Wasser noch durch trockene Hitze sterilisieren, da dadurch das Getriebe beschädigt und in kurzer Zeit unbrauchbar gemacht werden würde. Man hat versucht, sich dadurch zu helfen, daß man auskochbare Ueberzüge herstellte. Dabei ist jedoch der Teil des Handstücks nicht berücksichtigt, an dem die

Bohrer befestigt sind. Untersuchungen von Siburg aber haben ergeben, daß gerade dieser Teil des Handstückes mit Vorliebe infiziert ist. An den anderen Innenteilen konnte er, sofern es sich um gut geölte Stücke handelte, sogar nach längerer Benutzung keine Bakterien nachweisen. Dies war erst der Fall, als ein schlecht geöltes, rostiges Handstück von ihm untersucht wurde. Es ergibt sich daraus, daß der Innenteil der Handstücke, wenn sie gut geölt sind, praktisch steril ist. Aus welchem Grunde dies der Fall ist, möchte ich dahin gestellt sein lassen. Die Versuche von Siburg haben eine Bestätigung durch Appelton erfahren.

Ich habe durch die im ersten Teil der Arbeit dargelegten Versuche gezeigt, daß es durch erhitztes Paraffin möglich ist, auch widerstandsfähige Keime in kurzer Frist abzutöten. Ich glaube, daß dieses Verfahren für die Sterilisierung der Hand- und Winkelstücke das Verfahren der Wahl ist. Das Öl, durch die Erhitzung dünnflüssig geworden, dringt überall hinein und wirkt so bakterizid. Der kleine Nachteil, daß die Instrumente durch einen Ölüberzug zu glatt werden, läßt sich dadurch ausgleichen, daß man die Instrumente mittels Pinzette aus dem noch heißen Öl herausnimmt. Dabei läuft das durch die hohe Temperatur dünnflüssige Öl leichter ab und hinterläßt nur ein zartes Häutchen, das mit Zellstoff entfernt werden kann. Nebenbei sei erwähnt, daß die so behandelten Hand- und Winkelstücke auch gegen Rostgefahr gut geschützt sind, da die Schrauben, Schlösser und rotierenden Teile immer gut geölt sind, wodurch ein einwandfreies Funktionieren gesichert ist.

Ob die Sterilisation der Injektionsspritzen durch heißes Paraffin in der zahnärztlichen Praxis eine große Rolle spielen wird, erscheint mir fraglich. In der Hauptsache wird man diese Art der Spritzensterilisation wohl dann verwenden, wenn man zahlreiche Injektionen

hintereinander zu machen hat. Da dies beim Zahnarzt kaum der Fall ist, wird wohl hier das Auskochen im Wasser dasjenige Verfahren sein, das der Zahnarzt bevorzugt.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Lubinski für die Stellung des Themas und die mannigfache Unterstützung, die er mir hat zuteil werden lassen, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Literatur.

Andresen: Dt. Monatsschrift für Zahnheilkunde 1907 S. 461.
Appelton: Dental Cosmos Bd. 66.
Bartlett and Kume: Zentralbl. f. Bakteriol. Abt. I O Bd. 59 S. 358.
Behring: Zeitschr. f. Hyg. Bd. 9 S. 395.
Bittner: ebenda Bd. 95 S. 119.
Conradi: Dt. Med. Wschr. 1909 S. 150.
v. Daranyi u. Bunza: Zeitschr. f. Hyg. Bd. 105 S. 560.
Delcourt-Bernard: Journ. Med. Paris 48 S. 52.
Dirska: Zentralbl. für Bakteriol. Abt. I O Bd. 87 S. 387.
v. Esmarch: Zeitschr. f. Hyg. Bd. 5 S. 67.
Gruber: Zentralbl. für Bakteriol. Bd. 11 S. 115.
Heim: Lehrbuch der Bakteriol. 1918 S. 209.
Julkis: Zahnärztl. Rundschau 1929 S. 2075.
Kantorowicz: Handwörterbuch der gesamt. Zahnheilkunde: Desinfekt. S. 504.
Laband: Dt. Monatsschr. der Zahnheilk. 1926 S. 296.
Lange: Zeitschr. für Hyg. Bd. 94 S. 125.
Miller W.: Verhandl. d. dtsch. odontol. Ges. Bd. 3 S. 13.
Miller W. D.: Dental Cosmos Bd. 33 S. 689 und 913.
Moersheim: Zahnärztl. Rundschau 1919 S. 93.
Moeser: ebenda 1925 S. 361.
Münch: ebenda 1928 S. 2155.
Oubrexie: La Semaine dentaire Bd. 9 S. 183.
Prausnitz: Grundzüge der Hyg. S. 659.
Reinmöller: Fortschritte d. Zahnheilk. B. 1—5.
Schmidt: Weichardt's Ergebnisse d. Hyg. usw. Bd. 4 S. 310.
Schneider: Dt. Med. Wschr. 1909 S. 150.
Schröder: Zahnärztl. Rundschau 1925 S. 21.
Schulte: ebenda 1923 S. 359.
Seiffert u. Spiegel: Zentralbl. f. Bakteriol. Abt. I O Bd. 74. S. 518.
Sieburg: Korrespondenzbl. f. Zahnärzte 1925 S. 224 und 258.
Süpfle u. Dengler: Archiv f. Hyg. Bd. 85 S. 189 Bd. 87 S. 233.
Williger: Zahnärztl. Rundschau 1923 S. 314.
Wolff: ebenda 1922 S. 387.

Lebenslauf.

Ich, Heinz Oswald Fritz Neumann, wurde am 5. April 1907 in Friedland, Kreis Waldenburg, als Sohn des jetzigen Postinspektors Fritz Neumann geboren. Ich besitze die preußische Staatsangehörigkeit. Ostern 1913 trat ich in die Bender-Oberrealschule zu Breslau ein und bestand Ostern 1926 an derselben Schule mein Abitur. Am 27. April 1926 wurde ich an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau als Studierender der Zahnheilkunde immatrikuliert. Am 21. Dezember 1929 bestand ich vor der Prüfungskommission in Breslau mein Staatsexamen. Alle acht Semester habe ich in Breslau verbracht.